

## HEAD-MOUNTED PROJECTION DISPLAY SYSTEM FEATURING BEAM SPLITTER

No. Publication (Sec.) : ☐ GB2261804  
Date de publication : 1993-05-26  
Inventeur : FISHER RALPH W  
Déposant : EVANS & SUTHERLAND COMPUTER CO (US)  
Numéro original : ☐ FR2675613  
No. d'enregistrement : GB19920026364 19921217  
No. de priorité : US19910690173 19910422; WO1992US03226 19920420  
Classification IPC : G01C21/00; G09B9/08; G09G3/02  
Classification EC : G02B27/01C, G02B27/01C1, G09B9/30E  
Brevets correspondants : CA2085735, DE4291016T, JP6502054T, ☐ WO9218971

### Abrégé

A head-mounted projection display system (20) featuring a beam splitter (30) displays a simulated environment to an observer (26) using a light-weight, low cost, head-mounted projector and a retro-reflective screen (32). The display system optically colocates the projector with the observer's eyes (27) for effective use of either curved or flat retro-reflective screens. High screen gain achieved by the head-mounted projection display system (20) makes inexpensive projector sources such as a cathode ray tube (37) feasible. An alternative head-mounted display system also incorporating beam splitters producing unlimited horizontal field of view but with limited binocular overlap while using multiple head-mounted image sources for each eye is described. A method of providing the head-mounted display system also is disclosed.

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 675 613

(21) N° d'enregistrement national :

92 04863

(51) Int Cl<sup>s</sup> : G 09 F 19/18; G 09 G 1/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.04.92.

(30) Priorité : 22.04.91 US 690173.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 23.10.92 Bulletin 92/43.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite: EVANS &  
SUTHERLAND COMPUTER CORP. — US.

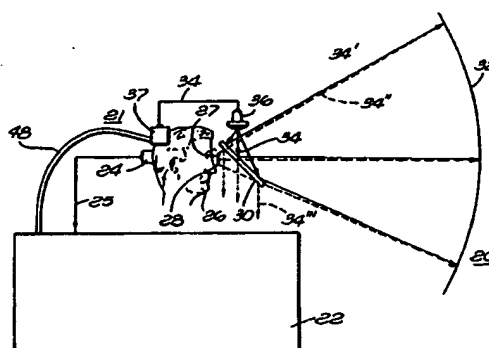
(72) Inventeur(s) : Fisher Ralph W.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Lavox.

(54) Système d'affichage par projection à fixation sur la tête, muni d'un séparateur de faisceaux.

(57) Système d'affichage par projection (20) à fixation sur la tête, muni d'un séparateur de faisceaux (30), affiche un environnement simulé à un observateur (26) utilisant un projecteur (21) léger, de faible coût et se fixant sur la tête et un écran rétro-réfléchissant (32). Le système d'affichage fait coïncider optiquement le projecteur avec les yeux (27) de l'observateur, afin d'utiliser de manière efficace des écrans rétro-réfléchissants soit plats, soit incurvés. Un gain d'écran élevé obtenu par le système d'affichage par projection (20) à fixation sur la tête permet l'emploi de sources de projection peu coûteuses telles qu'un tube à rayons cathodiques.



FR 2 675 613 - A1



La présent invention se rapporte à un système d'affichage par projection, à fixation sur la tête et offrant soit un champ visuel étendu avec un recouvrement binoculaire illimité, soit un champ visuel illimité avec  
5 un recouvrement binoculaire partiel, et plus particulièrement à ceux parmi ces deux systèmes qui sont munis d'un séparateur de faisceaux.

L'expérience coûte cher. En particulier, quand l'expérience inclut l'interface homme-machine entre un  
10 pilote qualifié et un avion valant plusieurs millions de dollars.

Les avions à hautes performances d'aujourd'hui sont devenus de plus en plus complexes, et il existe un besoin pour une formation étendue et spécialisée des  
15 pilotes. Afin d'obtenir une telle formation, un pilote débutant, sur un avion civil ou militaire, doit soit être entraîné sur l'appareil qu'il devra piloter, soit recevoir une formation avec un simulateur correspondant à cet avion.

Cependant, il y a certaines procédures et manoeuvres d'urgence qui, pour des raisons pratiques, ne peuvent pas être vécues au cours d'un entraînement sur un avion réel, en raison d'un risque de blessures pour le pilote ou de dommages pour le matériel. En conséquence,  
20 ce, pour des raisons pratiques, certaines situations ne peuvent être vécues qu'avec un simulateur. C'est particulièrement le cas de manoeuvres qui mettent en jeu des procédures d'urgence.

Les simulateurs d'avions sont appelés à remplir de plus en plus de missions d'entraînement à l'appareil. Pour qu'un tel entraînement soit efficace, le simulateur d'avion doit reproduire fidèlement l'environnement simulé auquel les pilotes stagiaires sont confrontés dans un vol réel. Le pilote doit "voir" le terrain qu'il survole. Il  
30 doit apprécier des obstacles au sol aussi bien qu' n

l'air. Au moyen de ses yeux, son cerveau doit assimiler des images et des indices visuels reçus de l'environnement simulé qui entoure son appareil.

5 Le désir de favoriser plus efficacement la vision d'un pilote aussi bien en ce qui concerne le champ visuel que la résolution d'image de l'environnement simulé a suscité le développement d'une variété étendue de concepts d'affichages pour simulateurs.

10 Une solution consiste, pour créer un affichage par projection pour simulateur ayant un champ visuel étendu, à incorporer plusieurs projecteurs grands et coûteux produisant ensemble une image à l'intérieur d'un dôme de 6 à 12 mètres de diamètre destiné à être regardé par un observateur situé près du centre du dôme.

15 Le brevet américain n° 4 657 512, délivré le 14 avril 1987 à R.A. Mecklemborg, intitulé "Visual System with Filter for a Simulator" (système de visualisation avec filtre pour un simulateur), décrit un système d'affichage pour simulateur de véhicule pour la formation  
20 de deux observateurs tels qu'un pilote et un copilote, assis côte à côte et regardant des images composites projetées sur un grand écran incurvé. Dans sa structure, le système d'affichage comprend deux projecteurs, dont chacun utilise un dispositif polarisant pour polariser  
25 de manière circulaire les images lumineuses individuelles dans des directions opposées. Le système d'affichage pour simulateur de véhicule du brevet Mecklemborg utilise deux grands projecteurs situés hors du champ de l'écran et pointés vers un grand écran réfléchissant en forme de  
30 dôme. Un écran de visualisation réfléchissant est incurvé et traité spécialement de manière à réfléchir l'énergie lumineuse incidente. Le système d'affichage de Mecklemborg assure aux observateurs de l'écran un large champ de vision. Cependant, le coût d'un système d'affichage  
35 global est exorbitant en raison des grands projecteurs

hors champ et de l'écran réfléchissant en forme de dôme. De plus, le procédé à projecteurs multiples classiques confère seulement à la scène une luminance modérée.

5 Un autre procédé utilisant des afficheurs fixés sur la tête ou sur un casque réduit le coût global du système et permet d'accroître la luminance de la scène projetée en projetant directement l'image simulée dans les yeux de l'observateur.

10 Le brevet américain n° 4 349 815 délivré le 14 septembre 1982 à A.M. Spooner, intitulé "Head-Movable Frame-Scanner for Head-Coupled Display" (analyseur d'image à tête mobile pour afficheur à fixation sur la tête) décrit un système d'affichage monté sur un casque utilisant un écran rétro-réfléchissant incurvé et deux  
15 projecteurs d'images.

Malheureusement, dans le système économique monté sur un casque, les exigences de vision confortable pour l'observateur, de bonne sensation oculaire de relief, de taille de pupille raisonnable et de vision binoculaire  
20 complète ne sont pas compatibles avec l'étendue du champ de vision souhaitée. Le champ de vision, classiquement, pour un système monté sur un casque, est limité à 20 à 60 degré pour chaque oeil. Traditionnellement, des champs de vision ont seulement été obtenus en assurant pour  
25 chaque oeil un champ séparé, ce qui entraîne un recouvrement binoculaire limité.

Il serait avantageux de combiner les meilleures caractéristiques des deux systèmes d'affichage, par projection et montés sur un casque, afin d'obtenir une  
30 champ d'affichage visuel étendu permettant à un observateur de regarder confortablement, tout en ayant un coût global modéré pour le système.

La présente invention crée un système d'affichage par projection, à fixation sur la tête et muni d'un  
35 séparateur de faisceaux qui résout les problèmes de cût

élevé et d'étroitesse du champ de vision de l'utilisateur rencontrés sur les systèmes d'affichage traditionnels à fixation sur la tête.

5 En utilisant un affichage d'image directement dans les yeux d'un observateur, la présente invention réalise une vision simulée d'événements préparés d'avance d'une manière économique et efficace et avec un champ de vision étendu.

10 Plus particulièrement, l'invention crée un système d'affichage par projection, à fixation sur la tête, qui comporte : une monture fixée sur la tête de l'observateur, un capteur de position de la tête couplé à la monture à fixation sur la tête afin de délivrer des signaux de position angulaire indiquant la position  
15 angulaire de la tête de l'observateur, un générateur d'image destiné à recevoir les signaux de position angulaire et à délivrer des signaux d'affichage d'images binoculaires, un émetteur qui reçoit les signaux d'affichage ainsi créés, et un séparateur de faisceaux à  
20 transmission sélective, relié à la monture pour tête, afin de réfléchir les images binoculaires vers un écran de visualisation rétro-réfléchissant et de transmettre ensuite les images réfléchies provenant de l'écran de visualisation rétro-réfléchissant vers les yeux de  
25 l'observateur.

Un autre mode de réalisation crée un système d'affichage par projection à fixation sur la tête qui comprend : une monture fixée sur la tête d'un observateur, un détecteur de position de tête couplé à la  
30 monture pour la tête afin de délivrer des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur, au moins un générateur d'image pour chaque oeil de l'observateur destiné à recevoir les signaux de position angulaire et à délivrer des signaux  
35 d'affichage d'images binoculaires, un émetteur qui reçoit

les signaux d'affichage ainsi créés, et au moins un séparateur de faisceaux pour chaque oeil, à transmission sélective et positionné avec différents angles les uns par rapport aux autres, relié à la monture pour tête, afin de réfléchir les images binoculaires vers un écran de visualisation rétro-réfléchissant et de transmettre ensuite les images réfléchies provenant de l'écran de visualisation rétro-réfléchissant vers chaque oeil de l'observateur.

10 Dans les dessins qui font partie intégrante de la présente description, un mode de réalisation, donné à titre d'exemple et montrant ses différents objectifs et ses caractéristiques, est représenté, et plus particulièrement :

15 la fig. 1 est une représentation schématique, en vue de côté, du système d'affichage par projection à fixation sur la tête et muni d'un séparateur de faisceaux ;

20 la fig. 2 est une représentation schématique, en vue de dessus, d'une image projetée à partir du système d'affichage par projection à fixation sur la tête et ayant un recouvrement binoculaire illimité ;

25 la fig. 3 est une vue partielle en perspective du système d'affichage par projection à fixation sur la tête ;

la fig. 4 est une vue en coupe verticale décalée prise le long de la ligne IV-IV du système d'affichage par projection à fixation sur la tête de la fig. 3 ; et

30 la fig. 5 représente un autre mode de réalisation, avec une représentation schématique en vue de dessus d'une image projetée, pour le système d'affichage par projection à fixation sur la tête et ayant un recouvrement binoculaire limité.

35 Comme il est d'usage, une description illustrée détaillée d'un mode de réalisation de la présente

invention va être donnée ci-après. Cependant, le système d'affichage par projection, à fixation sur la tête et muni d'un séparateur de faisceaux selon la présente invention peut être réalisé sous une grande variété de formes, dont quelques unes peuvent être très différentes de celles du mode de réalisation décrit, ainsi que le montrent, par exemple, les fig. 1 et 5.

En conséquence, les détails spécifiques structuraux et fonctionnels décrits ici sont donnés seulement à titre indicatif ; cependant, à ce point de vue, ils sont censés permettre le meilleur mode de réalisation dans un but de description et constituer une base pour les revendications jointes, qui définissent le domaine de la présente invention.

Comme le montrent les figures jointes, le système d'affichage par projection, à fixation sur la tête, comprend : un projecteur, un générateur et processeur d'image fixés sur la tête, un capteur de position de la tête, un ou plusieurs séparateurs de faisceaux, et un écran rétro-réfléchissant. On remarquera que ces éléments du système sont bien connus individuellement et ne seront par conséquent pas décrits de manière détaillée.

Les projecteurs fixés sur la tête reçoivent des images identiques d'une source de projection qui est reliée de manière à recevoir des signaux provenant d'une image dynamique créée par le processeur d'image. En conséquence, le projecteur réduit les signaux d'affichage en une paire d'images binoculaires et projette ces images, tandis qu'un processeur évalue la contre-réaction provenant d'un capteur de position de la tête et compense les variations de position angulaire faites par l'observateur. Les images binoculaires projetées sont partiellement réfléchies à partir du séparateur de faisceaux en direction d'un écran rétro-réfléchissant. L'écran rétro-réfléchissant renvoie les images directement dans l s



yeux de l'observateur par l'intermédiaire du séparateur de faisceaux.

En incorporant au système d'affichage par projection à fixation sur la tête deux projecteurs fixés sur la tête, spécifiquement un pour chaque oeil, le recouvrement binoculaire des images réfléchies provenant de l'écran est illimité. En conséquence, l'observateur jouit d'un champ de vision étendu et naturel.

La fig. 1 est une représentation schématique, en vue de côté, d'un système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête muni d'un séparateur de faisceaux 30. Le système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête peut facilement être monté sur un casque ou une autre monture pour la tête non représentée ici. Un appareil de projection 21 à fixation sur la tête comprend un tube à rayons cathodiques 36 qui projette des faisceaux lumineux binoculaires 34 produits par un dispositif générateur et processeur d'image 22. Dans un mode de réalisation, les faisceaux lumineux 34, constitués par un cône lumineux de 5 mm, sont concentrés à travers un objectif 36 en un point lumineux atteignant le séparateur de faisceaux 30, lequel fonctionne comme une surface réfléchissante transmettant approximativement cinquante pour cent d'un faisceau de lumière réfléchi 34' vers un écran rétro-réfléchissant 32. Un écran réfléchissant ordinaire ne renverra pas vers l'oeil une grande proportion de l'image projetée. En conséquence, ici, cinquante pour cent de l'énergie lumineuse 34 sont perdus dans le séparateur de faisceaux 30. Le faisceau lumineux 34' revient, en se réfléchissant à travers le séparateur de faisceaux 30, vers les yeux 27 de l'observateur 26 sous la forme d'un faisceau image 34". Le faisceau image réfléchi en retour 34" apparaît à l'observateur 26 comme une image projetée dans les yeux 27 de l'observateur 26.

En fonctionnement, l'observateur 26 muni du système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête voit le faisceau lumineux 34' atteignant la surface de l'écran 32 et le faisceau image résultant 34" qui frappe son oeil 27. Un autre observateur qui ne porte pas un système d'affichage par projection 21 à fixation sur la tête ne verra pas les images. L'observateur 26 peut déplacer ses yeux 27 dans une étendue de 1,2 cm environ vers le haut ou le bas, à droite ou à gauche tout en voyant toujours le faisceau image 34", parce que le faisceau image 34" est projeté directement dans la pupille 28 de l'observateur. Le faisceau image 34" représente environ vingt-cinq pour cent du faisceau de lumière émise 34.

Etant donné que les faisceaux projetés sont orientés dans le sens de la tête de l'observateur 26, un déplacement linéaire de la tête parallèlement ou perpendiculairement à l'axe optique, par l'observateur 26, n'affecte pas la vision par l'observateur des images projetées. Les faisceaux images 34" sembleront, pour l'observateur 26, se déplacer en même temps que son déplacement de tête linéaire, exactement comme s'il y avait une distance infinie séparant l'observateur 26 des images projetées. L'illusion est conservée pendant la simulation d'image ayant une distance infinie entre l'observateur 26 et l'image projetée, tandis que les yeux 27 de l'observateur accommodent sur l'image de l'écran rétro-réfléchissant 32.

Dans le système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête de la fig. 1, un mouvement angulaire de la tête de l'observateur 26 doit être compensé. Un capteur de position de tête 24 commande le dispositif générateur et processeur d'image 22, déterminant où les détails du faisceau image 34" doivent se déplacer pour assurer une perspective correcte pour l'observateur 26

à la distance d'observation infinie. Plus précisément, des signaux de contre-réaction sont délivrés par l'intermédiaire d'une ligne 25 en provenance du capteur de position de tête 24, afin d'être traités dans le dispositif générateur et processeur d'image 22. La compensation du déplacement angulaire est reçue par le système de projection 21 à fixation sur la tête par l'intermédiaire d'un bus de données 48. Dans cet exemple, le bus de données 48 est un simple fil.

Comme il a été suggéré ci-dessus, les faisceaux images 34, 34' et 34'' véhiculent une paire d'images binoculaires. Les deux ensembles de faisceaux sont représentées de manière plus claire à la fig. 2. Un faisceau image 34''' représente les cinquante pour cent du faisceau image 34 perdus dans le séparateur de faisceaux à transmission sélective.

La fig. 2 est une représentation schématique, en vue de dessus, d'une image projetée à partir d'un système d'affichage par projection à fixation sur la tête et ayant un recouvrement binoculaire illimité.

Le concept de séparateur unique de faisceaux tel que décrit aux fig. 1, 2, 3 et 4 assure un recouvrement binoculaire illimité mais aussi un champ de vision limité. Le concept, tel que représenté en vue de dessus à la fig. 2, utilise deux générateurs d'image qui sont ici des tubes à rayons cathodiques afin d'obtenir ces champs de vision. L'image projetée provenant du tube à rayons cathodiques 37 entre dans un relais optique 33 d'arrière-plan et est divisée en deux images par des optiques combinées 100. Ces deux images identiques sont projetées simultanément par deux objectifs de projection 36, 36' à travers le séparateur de faisceaux 30 en direction d'un écran rétro-réfléchissant 32, plat ou incurvé. Ces deux images identiques 34, 34' viennent

frapper l'écran 32 et sont renvoyées à partir de l'écran rétro-réfléchissant vers chaque oeil 27, 28.

5 Ce vaste champ de vision d'image est projeté horizontalement dans un angle compris environ entre 120° et 140°. Cependant, sa résolution est faible, par exemple 8 minutes d'arc environ. L'autre projecteur, le tube à rayons cathodiques 37', projette aussi deux images en utilisant un relais optique différent. Un relais à insertion 33' projetant un champ de vision étroit  
10 d'environ 40°, par exemple, vers les deux yeux 27, 27' délivre des images ayant une résolution élevée d'environ 2 minutes d'arc. L'emploi d'optiques de relais d'arrière-plan et de relais à insertion produit un affichage d'image à l'observateur 26 qui a à la fois un large champ  
15 de vision s'adaptant à sa vision périphérique et une résolution élevée au centre de l'affichage d'image. Cette zone de résolution élevée est couramment appelée la "zone d'intérêt" de l'observateur 26, ou région de premier plan, tandis que le champ de vision plus étendu de  
20 l'observateur est désigné comme sa zone d'arrière-plan.

A la fig. 2, deux tubes cathodiques séparés 37 et 37' projettent chacun vers les yeux droit et gauche 27 de l'observateur 26. Le tube cathodique 37' projette un faisceau lumineux à champ étroit et à résolution  
25 élevée 66, 66' vers les deux pupilles 28 de l'oeil de l'observateur par l'intermédiaire d'un séparateur unique de faisceaux 30. En même temps, le tube cathodique 37 projette un faisceau lumineux à champ étendu 64, 64', par l'intermédiaire du séparateur de faisceaux 30, vers les  
30 deux yeux 27, 27' de l'observateur. Comme représenté à la fig. 2, l'observateur 26 voit les faisceaux images 64, 64', 66 et 66' comme une image gauche d'arrière-plan, une image droite d'arrière-plan, une image insérée gauche et une image insérée droite respectivement.

La fig. 3 est une vue partielle en perspective d'un système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête, représenté avec une coupe prise le long de la ligne IV-IV à travers l'oeil gauche 28 de l'observateur 26. L'observateur 26 porte le système d'affichage par projection 20 fixé sur sa tête au moyen d'un bandeau de support 70. Les yeux gauche 27 et droit 27' de l'observateur regardent l'écran (non représenté ici) par l'intermédiaire du séparateur de faisceaux 30 qui est maintenu par un étrier de support 74. Des objectifs de projection 36, 36' sont positionnés au-dessus du séparateur de faisceaux 30. Des couvercles de tubes à rayons cathodiques 72, 72' sont montés sur le bandeau de support 70. Des images lumineuses sont reçues sous forme de signaux électriques par les tubes cathodiques (non représentés ici) logés à l'intérieur des couvercles de tubes cathodiques 72, 72', par l'intermédiaire de câbles électriques 48, 48' reliés au dispositif générateur et processeur d'images 22. Des contrepoids 71 équilibrent le poids du séparateur de faisceaux 30 et des objectifs de projection 36 ou 36', ce qui facilite le positionnement du système d'affichage par projection 20 sur la tête de l'observateur 26.

La fig. 4 est une vue en coupe verticale décalée prise le long du plan d'une ligne IV-IV sur le système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête de la fig. 3. Le système d'affichage par projection 20 à fixation sur la tête avec un recouvrement binoculaire illimité projette une image 34''' vers la pupille 28 de l'oeil 27 de l'observateur. Un écran plat 32', représenté dans cet exemple, réfléchit par l'intermédiaire du séparateur de faisceaux 30 dans la pupille gauche 28 de l'oeil de l'observateur le faisceau lumineux 34 émis à partir de l'objectif 36 et du tube cathodique 37 à travers un relais optique 33. Le faisceau lumineux 34'

est réfléchi sélectivement à travers le séparateur de faisceaux 30, dans lequel cinquante pour cent de l'énergie lumineuse 34'' sont perdus, et est regardé par l'observateur à partir de l'écran 32' comme un faisceau image 34". Le couvercle gauche 72 de tube cathodique contient le tube cathodique 37, le relais optique 33, une série de lentilles ou un faisceau de fibres optiques couplant la moitié de la lumière sortant du tube cathodique 37 à l'objectif 36 monté sur la tête de l'observateur. La moitié de la lumière provenant du tube cathodique est couplée à l'autre objectif de projection 36'. Le tube cathodique 37 reçoit des images provenant du dispositif générateur et processeur d'images 22 par l'intermédiaire du câble 48.

Ce système d'affichage par projection à fixation sur la tête présente les meilleurs avantages des systèmes d'affichage par projection sur dôme, tels qu'un champ de vision étendu, un bon relief oculaire, une bonne taille de pupille et une vision binoculaire complète, tout en ayant en plus le faible coût et la taille réduite d'un système d'affichage à vision directe monté sur un casque.

Un autre mode de réalisation du système de projection 20' à fixation sur la tête est représenté à la fig. 5. Ce système 20' nécessite un tube cathodique de projection séparé pour chaque oeil 27, 27', parce que des séparateurs doubles de faisceaux 30, 30' en un ou deux éléments sont positionnés avec des angles différents au-dessus de chaque oeil. Par exemple, les séparateurs de faisceaux 30, 30' pourraient être positionnés en inclinaison à 45° dans le plan vertical tout en étant inclinés à 90° dans le plan horizontal par rapport aux yeux de l'observateur. Ces angles sont approchés par nature, et peuvent varier de 10° en plus ou en moins. Les optiques de combinaison du système, décrites en détail aux figures 1, 2, 3 et 4, sont éliminées de cette

conception. Le mode de réalisation de la fig. 5 a l'avantage d'offrir un champ de vision illimité avec un recouvrement binoculaire limité. La nécessité d'ajouter une image insérée porterait de deux à quatre le nombre de projecteurs utilisés. C'est pourquoi ce système 20' présente une conception qui est plus lourde physiquement, plus complexe et finalement plus coûteuse que celle du système 20 décrite aux figures 1, 2, 3 et 4. Quatre générateurs d'image distincts et séparés, ici des tubes cathodiques, donneraient quatre images légèrement différentes mais augmenteraient le coût et le poids du système.

Le système d'affichage par projection 20' à fixation sur la tête, représenté de manière plus claire à la fig. 5, a un champ de vision verticale limité théoriquement à  $90^\circ$  par les séparateurs de faisceaux 30, 30'. Des images entrent sous forme de signaux électriques dans les projecteurs 37, 37' par l'intermédiaire de câbles électriques 48, 48'. Des faisceaux images 62 et 60 sont émis à partir des objectifs de projection 36 et 36' respectivement. Les faisceaux images 60, 62 viennent frapper l'écran rétro-réfléchissant 32, représenté couvert dans cet exemple. L'observateur 26, avec son oeil gauche 27 et son oeil droit 27', regarde un champ de vision de l'oeil droit A et un champ de vision de l'oeil gauche B réfléchis respectivement à partir de l'écran rétro-réfléchissant 32, plat ou incurvé. Une zone C de recouvrement binoculaire est la zone vue par l'observateur où A et B se recoupent.

Par conséquent, comme représenté dans le mode de réalisation des figures 2, 3 et 4, la combinaison optique des projecteurs pour les pupilles 28, 28' de l'observateur offre à l'observateur 26 un champ de vision plus étendu. Cependant, la largeur du champ dans le plan horizontal est toujours limitée à  $120^\circ$  à  $140^\circ$ . Cette

limitation du champ horizontal peut être éliminée grâce à l'autre mode de réalisation représenté à la fig. 5. Cependant, la couverture binoculaire complète pour l'observateur en pâtit.

5           Un autre avantage est l'insensibilité du système d'affichage par projection à fixation sur la tête aux imperfections de surface de l'écran. Ces imperfections, qui se produisent traditionnellement dans différentes zones des deux images projetées sur l'écran, sont ainsi  
10 ignorées par le cerveau de l'observateur. En conséquence, une surface en forme de dôme coûteuse, continue et de qualité élevée n'est pas nécessaire comme dans les afficheurs par projection à champ de vision étendu des simulateurs classiques. Des surfaces d'écran simples, à  
15 panneau plat conviennent pour offrir une simulation par projection à champ de vision étendu. Par exemple, un icosaèdre de base à une fréquence assure une capacité de champ de vision illimité pour le système décrit d'affichage par projection à fixation sur la tête.

20           Le système d'affichage par projection à fixation sur la tête décrit ici a été destiné à des simulateurs de vol et des dispositifs similaires. Cependant, le domaine du présent système d'affichage par projection décrit ici n'exclut pas son utilisation dans tout type  
25 de simulation d'environnement, comprenant, mais sans y être limité : des jeux vidéo, des véhicules terrestres, des films animés ou tout autre affichage vidéographique.

          Compte tenu de la description du système donnée ici à titre d'exemple, on notera que des modes de  
30 réalisation de la présente invention peuvent être utilisés dans beaucoup d'applications différentes, afin d'offrir à un observateur un champ de vision illimité tout en lui permettant de porter fixé sur sa tête le système d'affichage par projection caractérisé par un  
35 séparateur de faisceaux et un recouvrement binoculaire



limité. Bien que certaines structures et certains modes de fonctionnement aient été décrits dans la présente demande, son domaine d'application approprié est réputé être conforme aux revendications qui suivent.

**REVENDICATIONS**

1. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête pour utilisation avec un écran de visualisation afin de fournir un affichage à un observateur, caractérisé en ce qu'il comprend :

une monture à fixation sur la tête destinée à être portée par l'observateur ;

des moyens de détection de position de la tête couplés à ladite monture à fixation sur la tête pour fournir des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur ;

des moyens de génération d'image délivrant audit observateur des signaux d'affichage représentant des affichages binoculaires dynamiques et branchés pour recevoir lesdits signaux de position angulaire ;

au moins un ensemble de moyens d'imagerie binoculaire fixé à ladite monture à fixation sur la tête et branché de manière à recevoir lesdits signaux d'affichage afin de projeter une paire d'images binoculaires ; et

des moyens de séparation de faisceaux fixés sur ladite monture à fixation sur la tête et positionnés de manière à réfléchir lesdites images binoculaires vers ledit écran de visualisation.

2. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation est un écran rétro-réfléchissant incurvé.

3. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation est une surface réfléchissante plane.

4. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 1, caractérisé en ce

que lesdits moyens d'imagerie binoculaire sont une tube à rayons cathodiques.

5 5. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'imagerie binoculaire sont deux tubes à rayons cathodiques

6. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite monture à fixation sur la tête est un casque.

10 7. Procédé pour réaliser un système d'affichage par projection à fixation sur la tête pour utilisation avec un écran de visualisation afin de fournir un affichage à un observateur, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

15 prévoir une monture à fixation sur la tête destinée à être portée par ledit observateur ;

20 prévoir des moyens de détection de position de la tête couplés à ladite monture à fixation sur la tête afin de produire des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur ;

25 prévoir un générateur d'image branché de manière à recevoir lesdits signaux de position angulaire afin de fournir à l'observateur des signaux d'affichage représentant des affichages binoculaires dynamiques ;

30 prévoir au moins un ensemble de moyens d'imagerie binoculaire branché de manière à recevoir lesdits signaux d'affichage et fixé à ladite monture à fixation sur la tête afin de projeter une paire d'images binoculaires ; et

prévoir des moyens de séparation de faisceaux fixés à ladite monture à fixation sur la tête et positionnés de manière à réfléchir lesdites images binoculaires vers l dit écran de visualisation.

8. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête pour utilisation avec un écran de visualisation afin de fournir un affichage à un observateur, caractérisé en ce qu'il comprend :

5           une monture à fixation sur la tête destinée à être portée par ledit observateur ;

          des moyens de détection de position de la tête couplés à ladite monture à fixation sur la tête afin de produire des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur ;

10           des moyens de génération et de traitement d'image branchés de manière à recevoir lesdits signaux de position angulaire afin de traiter lesdits signaux de position angulaire et de fournir audit observateur des signaux d'affichage représentant des affichages binoculaires dynamiques ;

15           au moins deux ensembles de moyens d'imagerie binoculaire branchés de manière à recevoir lesdits signaux d'affichage et fixés à ladite monture à fixation sur la tête afin de projeter une paire d'images binoculaires ; et

20           des moyens de séparation de faisceaux fixés à ladite monture à fixation sur la tête et positionnés de manière à réfléchir lesdites images binoculaires vers ledit écran de visualisation.

25           9. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite monture à fixation sur la tête est un casque.

30           10. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation est un écran rétro-réfléchissant incurvé.

          11. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 8, caractérisé en c

que ledit écran de visualisation est une surface réfléchissante plane.

12. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits moyens d'imagerie binoculaire sont un tube à rayons cathodiques.

13. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête pour utilisation avec un écran de visualisation afin de fournir un affichage à un observateur, caractérisé en ce qu'il comprend :

une monture à fixation sur la tête destinée à être portée par ledit observateur ;

des moyens de détection de position de la tête couplés à ladite monture à fixation sur la tête afin de produire des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur ;

des moyens de génération d'image fournissant audit observateur des signaux d'affichage représentant des affichages binoculaires dynamiques et branchés de manière à recevoir lesdits signaux de position angulaire ;

un premier ensemble de moyens d'imagerie binoculaire fixé à ladite monture à fixation sur la tête et branché de manière à recevoir et à séparer en deux images lesdits signaux d'affichage afin de projeter une paire d'images binoculaires ;

un deuxième ensemble de moyens d'imagerie binoculaire fixé à ladite monture à fixation sur la tête et branché de manière à recevoir et à séparer en deux images lesdits signaux d'affichage afin de projeter une paire d'images binoculaires ;

des moyens pour combiner optiquement lesdits signaux d'affichage et branchés de manière à recevoir lesdits signaux d'affichage en provenance desdits premier et deuxième ensembles de moyens d'imagerie binocu-

laire ;

au moins un ensemble de moyens pour projeter lesdits signaux d'affichage combinés en provenance desdits moyens pour combiner optiquement ;

5 des moyens de séparation de faisceaux fixés à ladite monture à fixation sur la tête et positionnés de manière à réfléchir lesdites images binoculaires vers l'écran de visualisation.

10 14. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit premier ensemble de moyens d'imagerie bino-

15 15. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit deuxième ensemble de moyens d'imagerie bino-

20 16. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation est un écran rétro-réfléchissant incurvé.

25 17. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation est un écran rétro-réfléchissant plan.

18. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit premier ensemble de moyens d'imagerie bino-

30 19. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit deuxième ensemble de moyens d'imagerie bino-

20. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que ladite monture à fixation sur la tête est un casque.

5 21. Système d'affichage par projection à fixation sur la tête selon la revendication 13, caractérisé en ce que lesdits moyens de séparation de faisceaux comprennent en outre un premier et un deuxième séparateur de faisceaux, lesdits premier et deuxième séparateurs de faisceaux étant positionnés de manière à être inclinés  
10 à environ 45 degrés dans un plan vertical et à être en outre inclinés à environ 90 degrés dans le plan horizontal.

22. Procédé pour réaliser un système d'affichage par projection à fixation sur la tête pour utilisation  
15 avec un écran de visualisation rétro-réfléchissant afin de fournir un affichage à un observateur, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

prévoir une monture à fixation sur la tête destinée à être portée par ledit observateur ;

20 prévoir des moyens de détection de position de la tête couplés à ladite monture à fixation sur la tête afin de produire des signaux de position angulaire indiquant la position angulaire de la tête de l'observateur ;

25 prévoir un générateur d'image branché de manière à recevoir lesdits signaux de position angulaire afin de fournir à l'observateur des signaux d'affichage représentant des affichages binoculaires dynamiques ;

30 prévoir un premier ensemble de moyens d'imagerie binoculaire fixé à ladite monture à fixation sur la tête et branché de manière à recevoir et à séparer en deux images lesdits signaux d'affichage afin de projeter une paire d'images binoculaires ;

35 prévoir un deuxième ensemble de moyens d'imagerie binoculaire fixé à ladite monture à fixation sur la tête

et branché de manière à recevoir et à séparer en deux images lesdits signaux d'affichage afin de projeter une paire d'images binoculaires ;

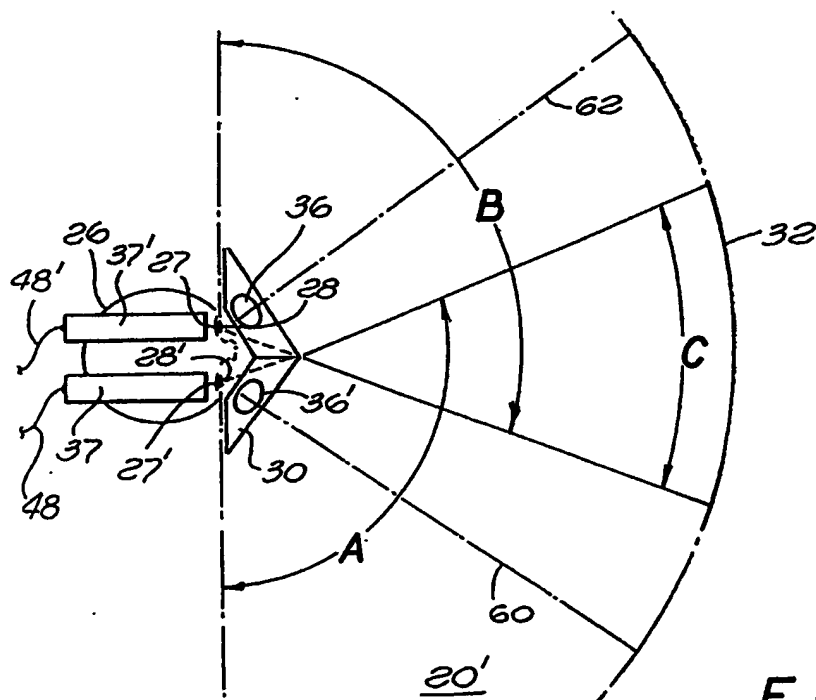
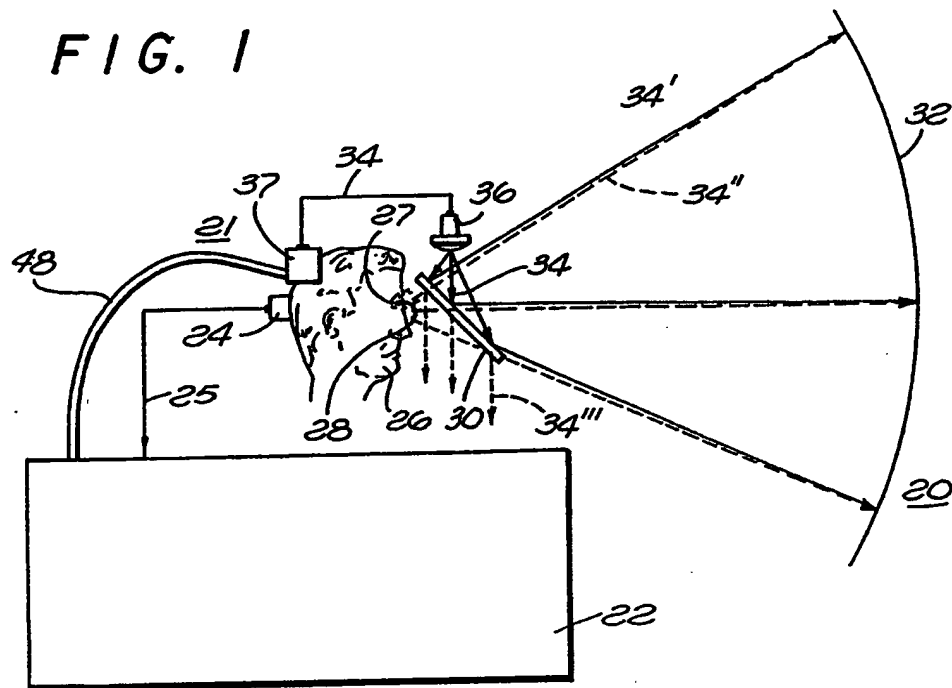
5        prévoir des moyens pour combiner optiquement lesdits signaux d'affichage branchés de manière à recevoir lesdits signaux d'affichage en provenance desdits premier et deuxième ensembles de moyens d'imagerie binoculaire ;

10       prévoir au moins un ensemble de moyens pour projeter lesdits signaux d'affichage combinés en provenance desdits moyens pour combiner optiquement ; et

15       prévoir des moyens de séparation de faisceaux fixés à ladite monture à fixation sur la tête et positionnés de manière à réfléchir lesdites images binoculaires vers ledit écran de visualisation.



**FIG. 1**



**FIG. 5**

